TUGAS AKHIR

ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA

Disusun Oleh :

DIDIK EKSAN ESMAUL
NBI : 1451600003

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA
2020

TUGAS AKHIR

ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA

Oleh:

DIDIK EKSAN ESMAUL
1451600003

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

2020

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

NAMA	:	DIDIK EKSAN ESMAUL
NBI	:	1451600003
PROGRAM STUDI	:	TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS	:	TEKNIK
JUDUL	:	ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA

Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing

Ayusta Lukita W, S.ST.,M.T.
NPP. 20450170769

Dekan Fakultas Teknik	Ketua Program Studi Teknik Elektro
Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes.	Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T.
NPP. 20420900197	NPP. 20450950422

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Didik Eksan Esmaul
NBI : 1451600003
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul:

"ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA"

Adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun yang dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai pearaturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2020

Didik Eksan Esmaul
1451600003

UNIVERSITAS
17 AGUSTUS 1945
SURABAYA

BADAN PERPUSTAKAAN
JL. SEMOLOWARU 45 SURABAYA
TLP. 031 593 1800 (EX 311)
EMAIL: PERPUS@UNTAG-SBY.AC.ID

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK

Sebagai sivitas akademik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Didik Eksan Esmaul
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Elektro
Jenis Karya	: Tugas Akhir

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya meyetujui untuk memberikan kepada Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right)**, atas karya saya yang berjudul:

"ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA"

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Nonexclusive Royalty-Free Right), Badan Perpustakaan Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya berhak menyimpan, mengalihkan media atau memformatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap tercantum.

Dibuat di : Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
Pada Tanggal : 09 Juli 2020

Yang Menyatakan

(Didik Eksan Esmaul)

ABSTRAK

ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA

Penelitian mengenai transformator distribusi perlu diketahui agar besar pembebanan yang terpasang tidak melebihi kapasitas transformator. Hal ini sangat berpengaruh terhadap kehandalan transformator dalam menyalurkan energi listrik pada beban tersebut. Oleh sebab itu perhitungan pada transformator distribusi yang telah dibebani yang harus diperhatikan yaitu derating yang terjadi pada transformator, analisis persentase pembebanan, ketidakseimbangan beban, rugi-rugi akibat adanya arus netral pada transformator, serta efisiensi transformator tersebut. Nilai transformator yang didapat dari hasil perhitungan mendapatkan derating yang terjadi pada transformator adalah sebesar 0,38 kW, persentase pembebanan tertinggi pada hari pertama dan ketiga sebesar 35% sedangkan terendah pada hari kedua dan keempat sebesar 32% (beban puncak). Dari hasil ketidakseimbangan tertinggi sebesar 9% pada hari pertama dan kelima, sedangkan terendah sebesar 6% pada hari kedua. Dari hasil rugi-rugi adanya arus netral tertinggi sebesar 1,37% pada hari pertama sedangkan terendah sebesar 0,67% pada hari kedua. Efisiensi transformator tertinggi sebesar 99,33% sedangkan terendah 98,63%. Maka dari hasil perhitungan ini pembebanan transformator tersebut dapat dikatakan masih underload dari range pembebanan dan dapat dilakukan penambahan beban pada transformator yang digunakan sebesar 1298,78 A.

Kata kunci : derating, efisiensi transformator ketidakseimbangan beban, persentase pembebanan, rugi-rugi penghantar netral trafo.

ABSTRACT

ANALYSIS OF TRANSFORMER LOADING IN PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA

Research on distribution transformers needs to be known so that the installed loading does not exceed the capacity of the transformer. This greatly affects the reliability of the transformer in delivering electrical energy to the load. Therefore the calculation on the distribution transformer that has been burdened must be considered, namely the derating that occurs in the transformer, the percentage analysis of loading, load imbalance, losses due to neutral currents in the transformer, and the efficiency of the transformer. The value of the transformer obtained from the calculation results obtained derating that occurs in the transformer is 0.38 kW, the highest percentage of loading on the first and third days is 35% while the lowest on the second and fourth days is 32% (peak load). From the results of the highest imbalance of 9% on the first and fifth days, while the lowest of 6% on the second day. From the results of losses, the highest neutral current was 1.37% on the first day while the lowest was 0.67% on the second day. The highest transformer efficiency is 99.33% while the lowest is 98.63%. So from the results of this calculation the loading of the transformer can be said to be still underloaded from the loading range and can be added to the load on the transformer used at 1298.78 A.

Keywords : derating, transformer unbalance efficiency, percentage loading, transformer neutral loss losses.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillaahi Robbil ‘Alamin, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISA PEMBEBANAN TRANSFORMATOR DI PT. INDOPRIMA GEMILANG SURABAYA”. Adapun tujuan dari penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini, kami banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis dengan tulus ikhlas menyampaikan banyak terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang menciptakan alam semesta beserta isinya dan Nabi Muhammad SAW
2. Bapak Dr. Ir. Sajiyo, M.Kes selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
3. Ibu Dipl. Ing. Holy Lydia, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
4. Ibu Ayusta Lukita W, S.ST., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan selama penyusunan Tugas Akhir
5. Bapak dan Ibu Staff Dosen yang ada di jurusan teknik elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
6. Bapak Choirul Anam selaku Staff teknik PT. Indoprima Gemilang yang memberikan masukan dalam kelancaran penelitian Tugas Akhir ini
7. Seluruh Staff PT. Indoprima Gemilang Surabaya yang telah memberikan izin penulis dalam penelitian Tugas Akhir ini
8. Kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil dan juga doanya beserta perhatian sehingga penulis Tugas Akhir ini dapat selesai sesuai dengan yang direncanakan
9. Seluruh teman angkatan ’16 Teknik Elektro Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya dalam memberikan saran, berdiskusi hingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini
10. Untuk Irma Nurul Hayati S.Ars yang telah memberikan dukungan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberikan dukungannya

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif penulis harapkan dari semua pihak sebagai introspeksi sehingga kedepannya penulis dapat memberikan hal yang lebih baik lagi. Penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Surabaya, Juli 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan ii
Lembar Pernyataan Keaslian Tugas Akhir iii
Abstrak iv
Abstract v
Kata Pengantar vi
Daftar Isi viii
Daftar Gambar xi
Daftar Tabel xii

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 3
1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Pengertian Transformator 5
2.2 Konstruksi Transformator 6
2.3 Prinsip Kerja Transformator 10
2.4 Derating Transformator 13
2.5 Pembebanan Transformator 13
2.5.1 Keadaan Transformator Tanpa Beban 15
2.5.2 Keadaan Transformator Berbeban 17
2.5.3 Rangkaian Ekivalen Transformator 17
2.6 Daya Listrik 18
2.6.1 Daya Aktif 19
2.6.2 Daya Reaktif 19
2.6.3 Daya Semu 20
2.6.4 Faktor Daya 21
2.7 Rugi-Rugi Transformator 21
2.7.1 Rugi Tembaga 23
2.7.2 Rugi Besi 23
2.7.3 Fluks Bocor 25
2.8 Jatuh Tegangan 25
2.9 Ketidakseimbangan Beban 26
2.9.1 Pengertian Tentang Beban Tidak Seimbang 26
2.9.2 Analisis Ketidakseimbangan Beban Trafo 28

2.10 Efisiensi Transformator 28
2.11 Sistem Pendingin Transformator 29

BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Jenis Penelitian 33
3.2 Data yang Dibutuhkan 33
3.3 Parameter yang Diukur 33
3.4 Tahap Penelitian 33
3.4.1 Studi Literatur 34
3.4.2 Objek Penelitian 34
3.4.3 Pengumpulan Data 35
3.4.4 Foto-Foto Pengukuran Transformator 39

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1 Perhitungan Derating Pada Transformator 41
4.2 Analisa Persentase Pembebanan 42
4.2.1 Persentase Pembebanan Hari Pertama 42
4.2.2 Persentase Pembebanan Hari Kedua 44
4.2.3 Persentase Pembebanan Hari Ketiga 46
4.2.4 Persentase Pembebanan Hari Keempat 48
4.2.5 Persentase Pembebanan Hari Kelima 50
4.2.6 Persentase Pembebanan Rata-Rata 5 Hari 52
4.3 Analisa Ketidakseimbangan Beban Transformator 55
4.3.1 Analisa Ketidakseimbangan Beban Hari Pertama 55
4.3.2 Analisa Ketidakseimbangan Beban Hari Kedua 55
4.3.3 Analisa Ketidakseimbangan Beban Hari Ketiga 56
4.3.4 Analisa Ketidakseimbangan Beban Hari Keempat 56
4.3.5 Analisa Ketidakseimbangan Beban Hari Kelima 56
4.3.6 Analisa Ketidakseimbangan Beban Selama 5 Hari 57
4.4 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral 58
4.4.1 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral Hari Pertama 58
4.4.2 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral Hari Kedua 59
4.4.3 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral Hari Ketiga 59
4.4.4 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral Hari Keempat 60
4.4.5 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral Hari Kelima 60
4.4.6 Analisa Rugi-Rugi Akibat Adanya Arus Netral Selama 5 Hari 61
4.5 Analisa Efisiensi Transformator 62
4.5.1 Analisa Efisiensi Transformator Hari Pertama 62
4.5.2 Analisa Efisiensi Transformator Hari Kedua 62
4.5.3 Analisa Efisiensi Transformator Hari Ketiga 63
4.5.4 Analisa Efisiensi Transformator Hari Keempat 63
4.5.5 Analisa Efisiensi Transformator Hari Kelima 63

4.5.6 Analisa Efisiensi Transformator Selama 5 Hari 64
4.5 Rekomendasi 65

BAB V PENUTUP
5.1 Kesimpulan 67
5.2 Saran 67

DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN 71

DAFTAR GAMBAR

2.1 Bagian Dalam Transformator Tiga Fasa 6
2.2 Transformator Tipe Inti 7
2.3 Transformator Tipe Cangkang 7
2.4 Inti Besi dan Laminasi yang diikat Fiber Glass 8
2.5 Konservator Transformator 10
2.6 Transformator Ideal 12
2.7 Transformator Dalam Keadaan Tanpa Beban dan Ekivalensinya 15
2.8 Transformator Dalam Keadaan Berbeban dan Ekivalensinya 17
2.9 Rangkaian Ekivalen Transformator 18
2.10 Diagram Vektor Transformator 18
2.11 Segitiga Daya 20
2.12 Blok Diagram Rugi-Rugi Transformator 22
2.13 Grafik Rugi Hysterisis 23
2.14 Arus Pusar yang Berputar Pada Material Inti 24
2.15 Vektor Diagram Arus Keadaan Seimbang 27
2.16 Vektor Diagram Arus Keadaan Tidak Seimbang 27
3.1 Diagram Alur Penelitian 34
3.2 Clamp On Meter 36
3.3 Transformator Distribusi Di PT. Indoprima Gemilang 39
3.4 Pengukuran Di Panel Transformator Distribusi 39
4.1 Grafik Beban Rata-Rata & Persentase Hari Pertama 43
4.2 Grafik Beban Rata-Rata & Persentase Hari Kedua 45
4.3 Grafik Beban Rata-Rata & Persentase Hari Ketiga 47
4.4 Grafik Beban Rata-Rata & Persentase Hari Keempat 49
4.5 Grafik Beban Rata-Rata & Persentase Hari Kelima 51
4.6 Grafik Beban Rata-Rata Transformator 5 Hari 54
4.7 Grafik Ketidakseimbangan Transformator Pada Beban Puncak 58
4.8 Grafik Rugi-Rugi Arus Netral Transformator Pada Beban Puncak 61
4.9 Grafik Efisiensi Transformator Pada Beban Puncak 65

DAFTAR TABEL

2.1 Persentase (%) Impedansi Transformator Fasa-3 dan Fasa-1 14
2.2 Pembebanan Trafo Menurut IEC 60354 15
2.3 Rata-Rata Disiasi / Penghilang Panas 30
3.1 Name Plate Transformator 35
3.2 Hasil Pengukuran Senin, 10 Februari 2020 37
3.3 Hasil Pengukuran Selasa, 11 Februari 2020 37
3.4 Hasil Pengukuran Rabu, 12 Februari 2020 37
3.5 Hasil Pengukuran Kamis, 13 Februari 2020 38
3.6 Hasil Pengukuran Jumat, 14 Februari 2020 38
4.1 Perhitungan Rata-Rata Arus Per Fasa 5 Hari 53